

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
21. Juli 2005 (21.07.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2005/067123 A1

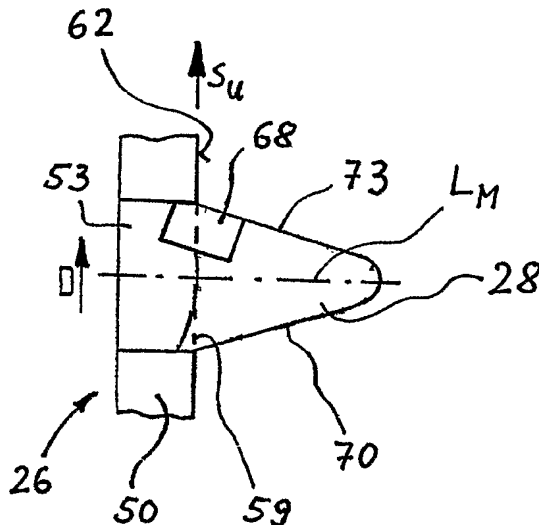
(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: H02K 1/24  
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2004/053731  
(22) Internationales Anmeldedatum:  
30. Dezember 2004 (30.12.2004)  
(25) Einreichungssprache: Deutsch  
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch  
(30) Angaben zur Priorität:  
10 2004 001 844.8 2. Januar 2004 (02.01.2004) DE  
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02  
20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und  
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): LUTZ, Hans-Joachim  
[DE/DE]; Ringstr. 9, 68623 Lampertheim (DE).  
MEYER, Reinhard [DE/DE]; Ernst-Essich-Weg 23,  
74321 Bietigheim-Bissingen (DE). RADEMACHER,  
Guenter [DE/DE]; Hermann-Hesse-Str. 32, 70794 Filder-  
stadt-Harthausen (DE).  
(74) Gemeinsamer Vertreter: ROBERT BOSCH GMBH;  
Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).  
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,  
CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: CLAW POLE ROTOR FOR AN ELECTRICAL MACHINE

(54) Bezeichnung: KLAUENPOLLÄUFER FÜR EINE ELEKTRISCHE MASCHINE



(57) Abstract: The invention relates to a claw pole rotor for an electrical machine, especially a three-phase alternator, comprising two pole wheels (26, 27) carrying claw poles (28 or 29) originating from a plate region (50) and respectively comprising a pole root (53). Claw poles (28, 29) of the pole wheels (26, 27) are arranged in an alternating manner with intermediate gaps (90) therebetween on a circumferential part of the claw pole rotor (20). A claw pole (28, 29) has a radially outwardly oriented surface (43) in the form of a cylinder jacket, through which a rotational axis (65) is defined, and a chamfer (68) extends in a circumferential direction and in an edge direction of a claw pole (28 or 29), said chamfer (68) having a central section m in the edge direction, that cuts a transition plane (59) adjacent to the pole root (53) and the freely protruding part of the claw pole (28 or 29). The central section m corresponds to 8/10 of the length of the chamfer (68) oriented in the edge direction, and the claw pole (28, 29) has a width  $B < SB > K < /SB >$  oriented in the circumferential direction, a half-width  $B < SB > K < /SB >$  defining a point (P) on the cylindrical surface (43) in a plane of the claw pole (28, 29) perpendicular to the rotational axis (65). A tangent (Z) can be inscribed in said point (P), and an angle of inclination A, between 15° and 25°, is

enclosed in the plane perpendicular to the rotational axis (65), between the tangent (T) and the chamfer (68).

(57) Zusammenfassung: Klauenpolläufer für eine elektrische Maschine, insbesondere Drehstromgenerator, mit zwei Polrädern (26, 27), die von einem Plattenbereich (50) ausgehende, je eine Polwurzel (53) aufweisende Klauenpole (28 bzw. 29) tragen, wobei an einem Umfang des Klauenpolläufers (20) Klauenpole (28, 29) der Polräder (26, 27) abwechselnd und zwischen den Klauenpolen Zwischenräume (90) angeordnet sind, wobei ein Klauenpol (28, 29) eine nach radial aussen gerichtete zylindermantelförmige Oberfläche (43) hat, durch die eine Drehachse (65) bestimmt ist, wobei sich eine Fase (68) einerseits in eine Umfangsrichtung und andererseits in eine Kantenrichtung eines Klauenpols (28 bzw. 29) erstreckt, wobei die Fase (68) in Kantenrichtung einen Mittenabschnitt m hat, der eine die Polwurzel (53) und den frei kragenden Teil des Klauenpols (28 bzw. 29) abgrenzende Übergangsebene (59) schneidet, wobei der Mittenabschnitt m 8/10 der in Kantenrichtung orientierten Länge der Fase (68) beträgt und dass der Klauenpol (28, 29) eine in Umfangsrichtung orientierte Breite  $B_K$  aufweist und eine halbe Breite  $B_K$  auf der zylindrischen Oberfläche (43) in einer zur Drehachse (65) senkrechten Ebene des Klauenpols (28, 29) einen Punkt (P) definiert,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2005/067123 A1



FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

**(84) Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL,

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

5

Klauenpolläufer für eine elektrische Maschine

## 10 Stand der Technik

Aus der Europäischen Patentschrift EP 0 346 346 B1 ist eine elektrische Maschine mit einem Klauenpolläufer bekannt. Dieser Klauenpolläufer weist zwei Polräder auf, die von einem Plattenbereich ausgehende, je eine Polwurzel aufweisende Klauenpole tragen. Die Klauenpole wechseln sich am Umfang des Klauenpolläufers ab, wobei zwischen den Klauenpolen freie Zwischenräume angeordnet sind. Ein jeder Klauenpol hat eine nach radial außen gerichtete zylindermantelförmige Oberfläche, durch die eine Drehachse des Klauenpolläufers bestimmt ist. Ein jeder Klauenpol weist eine von der zylindermantelförmigen Oberfläche ausgehende Fase auf, die sich einerseits in einer Umfangsrichtung und andererseits in eine Kantenrichtung des Klauenpols erstreckt. Mit Hilfe der an diesem Klauenpolläufer vorgesehenen Fasen ist zwar die Verringerung magnetischer Geräusche möglich, die durch die Wechselwirkung zwischen Klauenpolläufer und Ständer entstehen. Des Weiteren ist bei dieser dort gezeigten Ausführung jedoch nachteilig, dass der verhältnismäßig große Winkelbereich über die gesamte Länge des Klauenpols zu verhältnismäßig großen Leistungsverlusten des Drehstromgenerators führt. Dies hängt damit zusammen, dass der mittlere Luftspalt einer einzelnen Klaue durch diese Fase verhältnismäßig groß ist.

## 30 Vorteile der Erfindung

Der erfindungsgemäße Klauenpolläufer für eine elektrische Maschine mit den Merkmalen des Hauptanspruchs hat den Vorteil, dass durch die Beschränkung dieser verhältnismäßig steilen Fase auf einen kleinen Längenabschnitt eines einzelnen Klauenpols einerseits der mittlere Luftspalt zwischen Ständer und Klauenpol

- 2 -

verhältnismäßig klein ist und dadurch die Leistung nur wenig negativ beeinflusst wird und andererseits durch die Einschränkung des Neigungswinkels zusätzliche Geräuscheffekte, die durch die Wechselbeziehung, verursacht durch das Drehen des Klauenpolläufers im Ständer mit Wicklung hervorgerufen werden, verringert werden.

5 Diese Geräuscheffekte rühren daher, dass die im Ständereisen eingelegte Wicklung üblicherweise unmittelbar vor den axialen Stirnflächen des Ständers Öffnungen aufweist.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen des Klauenpolläufers nach dem Hauptanspruch möglich.

10

Eine weitere Verbesserung des Wirkungsgrads ist dadurch gegeben, dass der Mittenabschnitt der Fase ein Drittel der axialen Länge der Fase beträgt. Einerseits wird dadurch der mittlere Luftspalt weiter verkleinert, sodass die Leistung steigt, andererseits ist der Herstellvorgang vereinfacht, da die Kraft zur Anformung dieser Fase, bspw. durch Schmieden, verringert ist.

15

Zur besonders guten Abstimmung dieser Fase ist vorgesehen, dass diese in Kantenrichtung eine Mitte hat, die nahe der Übergangsebene von der Polwurzel zum freikragenden Teil des Klauenpols liegt.

20

Besonders günstig ist es, wenn die Fase sich in Drehachsenrichtung bis zu 5 mm auf dem freikragenden Teil des Klauenpol erstreckt. Eine weitere Verbesserung kann dann erzielt werden, wenn diese bis zu 2 mm auf dem freikragenden Teil des Klauenpol erstreckt ist. Dieser Längenabschnitt von 2 mm bzw. 5 mm, der sich dann üblicherweise noch unter dem Ständereisen befindet, trägt dazu bei, Effekte zwischen Ständereisen und Klauenpol abzuschwächen und andererseits den mittleren Luftspalt in günstigen Grenzen zu halten. Hinsichtlich der Breite der Fase hat sich herausgestellt, dass diese im günstigen Fall eine Breite zwischen 4 mm und 6 mm hat. In ähnlicher Weise beträgt die Länge der Fase günstigenfalls zwischen 4 mm und 6 mm, damit die Leistung der Maschine gut ist. Ist die Fase eine Ebene, die parallel zur Drehachsenrichtung ausgerichtet ist, so lässt sich ein verhältnismäßig einfaches Werkzeug zur Anformung der Fase verwenden. Dies gilt bspw. für den Fall, dass die Fase angeschmiedet werden soll. Einerseits kann dann die Werkzeugrichtung senkrecht zur Drehachsenrichtung erfolgen und andererseits ist das

25

30

- 3 -

entsprechende Werkzeug ohne spitze Winkel ausgeführt. Dies erhöht die Standzeit eines entsprechenden Schmiedewerkzeugs.

5 Es ist des Weiteren vorgesehen, dass zwischen der Fase und der zylindermantelförmigen Oberfläche eines Klauenpols und damit ein Übergang zwischen der Fase und der zylindermantelförmigen Oberfläche in Richtung zur Spitze eines Klauenpols ein stufenförmiger Übergang ist. Einerseits führt diese Stufe zu einer begrenzten Länge der Fase, so dass der mittlere Luftspalt nicht zu groß ist und andererseits führt diese Begrenzung dazu, dass auch das Werkzeug nur eine begrenzte Oberfläche aufweisen  
10 muss. Für einen Schmiedevorgang bedeutet dies, dass das Schmiedewerkzeug verhältnismäßig klein sein kann. Der Fertigungsaufwand wird dadurch verringert.

Des Weiteren ist ein Drehstromgenerator vorgesehen, der einen Klauenläufer nach der vorbeschriebenen Art aufweist. Dabei soll die Fase derart unter das Ständereisen ragen,  
15 dass ein Teil der Fase außerhalb des Ständereisens verbleibt. Dies führt zu dem bereits erwähnten Effekt, dass Geräuschanregungen, verursacht durch Lücken in der Wicklung in der Nähe des Ständereisens, vermieden bzw. verringert werden. Ein Mindestanforderung ist dabei, dass die Fase mindestens 1 mm unter das Ständereisen ragt. Bezüglich dieser Fase spielt weiterhin eine Rolle, dass diese Fase auf einer bestimmten Seite eines jeden  
20 Klauenpols angeordnet ist. Bei Drehstromgeneratoren, wie auch bei vielen anderen elektrischen Maschinen, definiert man eine bestimmte Drehrichtung, in der der Klauenpolläufer zur Stromerzeugung gedreht wird. Ein jeder Klauenpol hat dabei eine Kante, die in Drehrichtung orientiert ist und als auflaufende Kante bezeichnet wird. Des Weiteren hat ein jeder Klauenpol eine Kante, die gegen die Drehrichtung orientiert ist  
25 und entsprechend als ablaufende Kante bezeichnet wird. Die Fase soll in diesem Fall auf der Seite des Klauenpols angeordnet sein, welche die in die Drehrichtung orientierte Kante trägt.

## Zeichnungen

In den Zeichnungen ist ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen  
Klauenpolläufers sowie ein Drehstromgenerator mit einem erfindungsgemäßen  
5 Klauenpolläufer dargestellt. Es zeigen:

Figur 1 einen Längsschnitt durch einen Drehstromgenerator,  
Figur 2a eine Ansicht eines zur Hälfte dargestellten Polrads,  
Figur 2b einen Schnitt durch das Polrad aus Figur 2a,  
10 Figur 3 eine Draufsicht auf einen Klauenpol des Polrads aus Figur 2a  
Figur 4 eine Detailansicht einer Fase,  
Figur 5 einen Querschnitt durch eine Fase,  
Figur 6 einen zweiten Querschnitt durch eine Fase,  
Figur 7 eine Seitenansicht auf einen Klauenpol im Bereich der Fase,  
15 Figur 8 in schematischer Ansicht die Relativlage zwischen Ständereisen des  
Drehstromgenerators und Klauenpol, wobei die an sich zum Ständer gerichtete  
Oberfläche des Klauenpols in die Blattebene gedreht ist, um die  
Verständlichkeit zu verbessern.

## Beschreibung

Bei dem in Figur 1 gezeigten Wechselstromgenerator 10 handelt es sich um einen  
Drehstromgenerator, wie er heute in Kraftfahrzeugen eingebaut ist. Die Anwendung des  
25 Erfindungsgegenstandes ist jedoch nicht auf Drehstromgeneratoren in Topfbauart gemäß  
der Abbildung beschränkt, sondern ist allgemein auf Wechselstromgeneratoren  
anwendbar.

Dieser Wechselstromgenerator bzw. Drehstromgenerator 10 besitzt als metallisches  
30 Gehäuse zwei Lagerschilde 12 und 13, zwischen deren offenen Stirnbereichen 14 und 15  
ein Ständer 16 eingespannt ist. Zum Verbinden der beiden Lagerschilde 12 und 13 mit  
dem Ständer 16 dienen als Spannelemente 17 Stehbolzen, welche in den beiden  
Lagerschilden 12 und 13 festgelegt sind. Die Lagerschilde 12 und 13 enthalten jeweils ein  
Kugellager 18 bzw. 19 zur drehbaren Aufnahme eines Klauenpolläufers 20. Der Ständer

- 5 -

setzt sich aus Blechen (Lamellen) zusammen, die aus magnetisierbarem Eisen bestehen und zu einem festen Blechpaket zusammengepresst sind. Der im Wesentlichen ringförmige Ständer 16 ist in seiner Ständerbohrung 21 mit Nuten 22 zur Aufnahme von Wechselstromwicklungen 23 versehen. Die Wechselstromwicklungen 23 sind bei diesem  
5 Drehstromgenerator 10 drei um elektrische  $120^\circ$  räumlich versetzte wellenförmige Wicklungen, die bei Betrieb des Wechselstromgenerators einen dreiphasigen nutzbaren Generatorstrom an einen am Wechselstromgenerator 10 befestigten, angedeuteten Gleichrichter 24 abgegeben. Der Gleichrichter 24 formt den Drehstrom im Gleichstrom um. Der Klauenpolläufer 20 setzt sich im Wesentlichen zusammen aus einer in den  
10 Kugellagern 18 und 19 drehbar aufgenommenen Rotorwelle 25, zwei auf dieser Rotorwelle 25 mit Abstand zueinander festgelegten Polrädern 26 und 27 mit ihren Klauenpolen 28 bzw. 29, einem zwischen den beiden Polrädern 26 und 27 angeordneten, auch auf der Rotorwelle 25 aufgeschobenen Polkern 30 aus magnetisierbarem Material, einer auf den Polkern 30 aufgewickelten und von den beiden Polrädern 26 und 27 sowie  
15 den nahezu parallel zur Rotorwelle 25 verlaufenden Klauenpolen 28 und 29 umfassten Erregerwicklung 31 und darüber hinaus aus zwei ebenfalls auf der Rotorwelle 25 nebeneinander mit Abstand festgelegten Schleifringen 32 und 33, die mit je einem Ende der Erregerwicklung 31 elektrisch verbunden sind. Auf die beiden Schleifringe 32 und 33 drückt je eine federbelastete Schleifbürste 34 bzw. 35, die in einem beiden gemeinsamen  
20 Bürstenhalter 36 geführt sind und die der mit dem Klauenpolläufer 20 umlaufenden Erregerwicklung 31 den Erregerstrom zuführen. Der aus Kunststoff bestehende Bürstenhalter 36 ist am Lagerschild 13 festgelegt. Je stärker der Erregerstrom und je größer die Drehzahl des Klauenpolläufers 20 ist, umso höher ist die im Drehstromgenerator erzeugte Spannung. Der der Erregerwicklung 31 zugeführte  
25 Erregerstrom wird von einem nicht dargestellten, zumeist am Wechselstromgenerator 10 befestigten Spannungsregler derart bemessen, dass die Generatorspannung über den gesamten Drehzahlbereich des Wechselstromgenerators bzw. des betreffenden nicht dargestellten Fahrzeugmotors annähernd konstant bleibt, und zwar unabhängig von Belastung und Drehzahl. Der Klauenpolläufer 20 hat an jedem seiner beiden Polräder 26  
30 und 27 bevorzugt sechs Klauenpole 28 bzw. 29, die fingerförmig, jedoch mit isolierendem Abstand zueinander, ineinander greifen. Je ein Klauenpol 28 des Polrades 26 und ein daneben befindlicher Klauenpol 29 des Polrades 27 bilden gemeinsam ein Klauenpolpaar. Die beiden Klauenpole 28 und 29 haben unterschiedliche Polarität und bewirken ein Magnetfeld. Bei sich drehendem Klauenpolläufer 20 wird durch derartige

- 6 -

Magnetfelder in den Wechselstromwicklungen 23 der nutzbare elektrische Strom des Wechselstromgenerators 10 erzeugt. Der zwischen den Klauenpolen 28 bzw. 29 und der Ständerbohrung 21 befindliche Luftspalt ist mit 37 bezeichnet.

5 Außerhalb des Gehäuses 11 des Wechselstromgenerators 10 ist auf der Rotorwelle 25 eine dem Antrieb des Wechselstromgenerators 10 dienende Riemenscheibe 38 angeordnet. Die Riemenscheibe 38 bildet dabei ein Bauteil mit einem Lüfter 42, der für den Transport von Kühlluft durch den Wechselstromgenerator 10 sorgt. Der Lüfter 42 kann alternativ aber auch ein separates Bauteil sein, welches sowohl außerhalb als auch  
10 innerhalb des metallischen Gehäuses 11 angeordnet sein kann. Es können aber auch innerhalb des Gehäuses beiderseits des Klauenpolläufers 20 je ein Lüfter 42 angeordnet sein (sogenannter Compact-Generator). Zur Befestigung des Wechselstromgenerators 10 am Kraftfahrzeugmotor ist das antriebsseitige Lagerschild 12 mit einem Schwenkarm 44 versehen. Ein zweites, für die genaue Fixierung des Wechselstromgenerators 10  
15 zweckmäßiges Befestigungsmittel ist in der Figur 1 nicht dargestellt.

In Figur 2a ist das Polrad 26 mit seinen sechs auf seinem Umfang gleichmäßig verteilten Klauenpolen 28 gezeigt. Das Polrad 26 und die Klauenpole 28 sind im vorliegenden Beispiel aus einem einzigen Stück aus magnetisierbarem Material hergestellt, können  
20 aber auch aus mehreren Einzelteilen zusammengesetzt sein. Das Polrad 27 und sein Klauenpol 29 entspricht im Wesentlichen dem Polrad 26 mit seinen Klauenpolen 28. Im Zentrum des Polrades 26 befindet sich eine Mittenbohrung 45, in der die Rotorwelle 25 festgelegt ist. Die Festlegung des Polrades auf der Rotorwelle wird bevorzugt durch einen Rändelbereich 46 auf dem entsprechenden Bereich der Rotorwelle 25 und zusätzliche  
25 Verstemmbereiche 27 zwischen dem Rand der Mittenbohrung 45 des Polrads 26 und der Rotorwelle 25 bewirkt. An der linken Seite des Polrads 26 ist mit einem Pfeil und der Bezeichnung D die vorgesehene Drehrichtung bei der Erzeugung des Generatorstroms angegeben. In Figur 2a ist ein Plattenbereich 50 des Polrads 26 dargestellt. Von diesem Plattenbereich 50 ausgehend, erstreckt sich nach radial außen zunächst eine Polwurzel 53.  
30 Eine jede Polwurzel 53 eines jeden Klauenpols 28 ist von der benachbarten Polwurzel durch einen Zwischenraum 56 getrennt. Über die Polwurzel 53 stützt sich der freikragende Teil des Klauenpols 28 am Plattenbereich 50 ab. Zur klaren Definition von freikragendem Teil des Klauenpols 28, Polwurzel 53 und Plattenbereich 50 soll nachfolgende Definition gelten:



Der Plattenbereich 50 stellt die Verbindung zur Rotorwelle 25 her und endet radial außen dort, wo entweder der Zwischenraum 56 oder eine Polwurzel 53 beginnt. Der Beginn einer Polwurzel 53 nach radial außen wird dadurch bestimmt, dass zwischen zwei benachbarten Zwischenräumen 56 und deren radial innerster Erstreckung bzw. Lage ein Kreisbogen 57 einbeschrieben ist, Figur 2a. Da die innerste Erstreckung eines jeden Zwischenraums zusätzlich von seiner axialen Lage abhängig ist, kann sich eine komplexe Grenzfläche zwischen Polwurzel 53 und Plattenbereich 50 ergeben.

Eine axiale Grenze zwischen Polwurzel 53 und dem freikragenden Teil des Klauenpols 28 soll hier dadurch definiert sein, dass diese Grenze 59 eine nach radial außen theoretisch verlängerte Fläche ist, die von der zur Erregerwicklung 31 gerichteten Oberfläche 62 des Plattenbereichs 50 ausgeht. Die zylindrische Oberfläche 43 des Klauenpols 28 definiert eine Drehachse 65 (und umgekehrt), s. a. Figur 2b.

In Figur 3 ist eine Draufsicht auf einen Klauenpol 28 und den benachbarten Plattenbereich 50 dargestellt. Deutlich zu erkennen ist hier einmal der Plattenbereich 50, die Polwurzel 53, die Grenze 59 und der freikragende Teil des Klauenpols 28. Dieser Klauenpol 28 weist zwei wichtige Kanten auf, die sich anhand der Drehrichtung D des Polrads 26 näher bestimmen lassen. Die in Drehrichtung D orientierte auflaufende Kante ist hier als die Kante 73 bezeichnet. Die andere Kante 70 wird, da gegen die Drehrichtung D orientiert, als so genannte ablaufende Kante bezeichnet. Die Fase 68 befindet sich auf der Seite des Klauenpols 28, die die auflaufende Kante 73 trägt. Die Kante 73 definiert eine Kantenrichtung, in die sich die Fase in eine Richtung erstreckt. Die Drehrichtung D definiert eine Umfangsrichtung, in die sich die Fase 68 ebenfalls erstreckt.

Die Angabe, wonach sich die Fase 68 auch in Kantenrichtung erstreckt, bedeutet nicht, dass eine durch die Fase 68 gebildete Ebene zwingend parallel zur Kante 73 sein muss. Durch die beiden angegebenen Richtungen wird lediglich in geometrischer Hinsicht eine Ebene beschrieben.

Figur 4 zeigt in vergrößerter Ansicht ausschnittsweise den Bereich des Klauenpols 28 bzw. der Polwurzel 53, der die nähere Umgebung der Fase 68 beschreibt. Die Fase 68 hat eine Länge l, die in Kantenrichtung definiert ist. Des Weiteren hat die Fase 68 einen

Mittenabschnitt  $m$ , der sich in die gleiche Richtung erstreckt. Die Fase 68 hat eine Mitte  $M$ , die bezogen auf die Länge  $l$  diese mittig teilt. Der Mittenabschnitt  $m$  ist zu der Mitte  $M$  symmetrisch angeordnet. Dies bedeutet, dass die verbleibenden Längenabschnitte beiderseits des Mittenabschnitts  $m$  gleich groß sind. Der Mittenabschnitt  $m$  und die beiden seitlichen Randabschnitte bilden somit die Gesamtlänge  $l$  der Fase 68. Die die Fase 68 begrenzenden Linien brauchen im übrigen nicht geradlinig zu sein. Ganz besonders die auf der Polwurzel 53 liegende Begrenzungslinie kann eine davon deutlich abweichende Form annehmen. Des Weiteren ist hier die Übergangsebene 59 von der Polwurzel 53 zum Klauenpol 28 dargestellt. Es ist dabei vorgesehen, dass die Übergangsebene 59 den Mittenabschnitt  $m$  im Bereich der Fase 68 schneidet. Der Mittenabschnitt  $m$  soll dabei  $8/10$  der axialen Länge  $l$  der Fase 68 betragen.

In Figur 5 ist ein Querschnitt durch den Klauenpol 28 dargestellt, siehe auch Figur 4. Wie in Figur 5 angedeutet, hat der Klauenpol in Umfangsrichtung eine Breite  $B_K$ . Ausgehend von der Breite  $B_K$  ist eine Mittellinie  $L_M$  definiert, die die Oberfläche eines Klauenpols 28 bei der halben Breite  $B_K$  halbiert. Die Mittellinie  $L_M$  kann – je nach Gestalt des Klauenpols 28 – parallel zur Drehachse 65 sein, siehe auch Figur 3. Die Mittellinie  $L_M$  ist in Figur 5 auch als Punkt  $P$  erkennbar. In diesen Punkt  $P$  kann eine senkrecht zur Drehachse 65 orientierte Ebene (hier Blattebene der Figur 5) eine Tangente  $T$  einbeschrieben werden, sodass die Tangente  $T$  und die Fase 68 im Punkt  $P$  einen Neigungswinkel  $\alpha$  einschließen, der eine Größe zwischen  $15^\circ$  und  $25^\circ$  aufweist.

Es ist somit ein Klauenpolläufer 20 für eine elektrische Maschine 10 vorgesehen, insbesondere einen Drehstromgenerator, mit zwei Polrädern 26 bzw. 27, die von einem Plattenbereich 50 ausgehend mehrere Klauenpole 28 bzw. 29 tragen. Jeder Klauenpol 28 bzw. 29 weist je eine Polwurzel 53 auf. An einem Umfang des Klauenpolläufers 20 wechseln sich Klauenpole 28 bzw. 29 der Polräder 26 bzw. 27 ab. Zwischen den Klauenpolen 28 bzw. 29 sind Zwischenräume angeordnet. Ein jeder Klauenpol 28 bzw. 29 weist eine nach radial außen gerichtete zylindermantelförmige Oberfläche 43 auf, durch die eine Drehachse 65 bestimmt ist. Von der zylindermantelförmigen Oberfläche 43 ausgehend, erstreckt sich eine Fase 68 einerseits in eine Umfangsrichtung  $s_U$  und andererseits in eine Kantenrichtung eines Klauenpols 28. Die Fase 68 weist in Kantenrichtung einen Mittenabschnitt  $m$  auf, der eine die Polwurzel 53 und den freikragenden Klauenpol 28 abgrenzende Übergangsebene 59 schneidet. Es ist

vorgesehen, dass der Mittenabschnitt  $m$   $8/10$  der axialen Länge  $l$  der Fase 68 beträgt. Die Fase weist zusätzlich gemäß der zu Figur 5 angegebenen Definition einen Neigungswinkel  $\alpha$  zwischen  $15^\circ$  und  $25^\circ$  auf, welcher zwischen der Oberfläche der Fase 68 und der Tangente  $T$  in einem Punkt  $P$  eingeschlossen ist. Der Punkt  $P$  teilt an seiner Lage bzw. Position bzgl. der Drehachse 65 einen Klauenpol 28 in Umfangsrichtung hälftig. Der Winkel  $\alpha$  wird dabei in einer Ebene ermittelt, die senkrecht auf der Drehachse 65 angeordnet ist. Der Mittenabschnitt  $m$  kann nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung auch nur  $1/3$  der axialen Länge  $l$  der Fase 68 betragen.

Die Fase 68 hat in Kantenrichtung eine Mitte  $M$ , die nahe der Übergangsebene 59 von der Polwurzel 53 zum freikragenden Teil des Klauenpol 28 bzw. 29 liegt.

Es ist des Weiteren vorgesehen, dass sich die Fase 68 in Drehachsenrichtung – ausgehend von der Übergangsebene 59 – mit einer Länge  $l_a$  erstreckt. Es ist vorgesehen, dass sich die Fase 68 in Drehachsenrichtung in erster Näherung mit einer Länge  $l_a$  von bis zu 5 mm, in zweiter Näherung mit 2 mm auf dem freikragenden Klauenpol 28 erstreckt.

Idealerweise hat die Fase 68 dabei eine Breite  $b_F$ , die zwischen 4 mm und 6 mm beträgt.

Die Fase 68 soll dabei eine Länge  $l$  zwischen 4 mm und 6 mm aufweisen.

Wie in Figur 5 dargestellt, soll die Fase 68 eine Ebene sein, die in einem Ausführungsbeispiel parallel zur Drehachsenrichtung 65 orientiert ist.

Gemäß dem Ausführungsbeispiel nach Figur 6 kann die Fase 68 auch eine Ebene sein, die parallel zur Kantenrichtung 73 orientiert ist.

Für den Fall, dass die Fase 68 keine Ebene, sondern eine davon abweichende, hier als Freiformfläche bezeichnete Fläche ist, treffen die beiden zuletzt genannten Merkmale nicht zu. Alles weitere vorgenannte zur Fase 68 kann sich sowohl auf eine ebene Ausführung der Fase 68 als auch auf eine unebene Ausführung der Fase 68 beziehen.

Wie in Figur 7 dargestellt, ist in einer speziellen Ausführung vorgesehen, dass die Fase 68 in Richtung zum freien Ende eines Klauenpols 28 bzw. 29 einen stufenförmigen

- 10 -

Übergang 80 in die zylindermantelförmige Oberfläche 43 aufweist. Die Fase 68 bildet somit mit der Stufe 80 eine Kerbe 83.

Es ist vorgesehen, dass die Fase 68 spanlos angeformt, insbesondere angeschmiedet ist.  
5 Die Fase 68 kann selbstverständlich aber auch mit einem Span erzeugenden Bearbeitungsverfahren hergestellt sein.

Figur 8 zeigt ausschnittsweise einen Teil des Generators 10. Der Ständer 16 besteht einmal auf dem Ständereisen 86 und der Wechselstromwicklung 23. Die Wechselstromwicklung  
10 23 weist nahe des Stirnbereichs 14 Öffnungen 89 auf. Üblicherweise wird diese Öffnung 89 einerseits durch die Wechselstromwicklung 23 und andererseits durch den Stirnbereich des Ständereisens 68 begrenzt. Weist der Ständer 36 oder bspw. auch 48 Nuten auf, so sind in der Regel sechsunddreißig oder achtundvierzig Öffnungen 89 vorhanden. Zum weiteren besseren Verständnis der Lage der Fase 68 zum Ständereisen  
15 86, ist die in Figur 8 dargestellte zylindrische Oberfläche 43 in die Betrachtungsebene gekippt. Es ist anhand von Figur 8 deutlich, dass ein Drehstromgenerator 10 vorgesehen ist, der einerseits ein ringzylindrisches Ständereisen 86 und einen erfindungsgemäßen Klauenpolläufer 20 hat, wobei die Fase 68 derart unter das Ständereisen 86 ragt, dass ein Teil der Fase 68 außerhalb des Ständereisens 86 verbleibt. Die Fase 68 soll mindestens 1  
20 mm unter das Ständereisen 86 ragen. Die entsprechende Längenangabe ist das Maß  $l_{F,st}$ .

In Figur 8 ist des Weiteren angedeutet, dass der Drehstromgenerator 10 eine bestimmte Drehrichtung D hat, in der der Klauenpolläufer 20 zur Stromerzeugung gedreht wird, wobei ein jeder Klauenpol 28 bzw. 29 eine Kante 70 hat, die gegen die Drehrichtung D  
25 orientiert ist. Des Weiteren hat ein jeder Klauenpol eine Kante 73, die in Drehrichtung D orientiert ist und hier als auflaufende Kante bezeichnet ist. Die Fase 68 ist dabei jeweils auf der Seite eines jeden Klauenpols 28 bzw. 29 angeordnet, die die in Drehrichtung D orientierte Kante 73 trägt.

30 Beschreibungsteile, die auf einen Klauenpol 28 Bezug nehmen, sind analog auf einen Klauenpol 29 anzuwenden.

- 11 -

Die Erfindung ist nicht auf Polräder 26 bzw. 27 mit jeweils sechs Klauenpolen 28 bzw. 29 beschränkt, sondern gilt auch für Polradausführungen mit jeweils sieben oder ganz besonders acht Klauenpolen 28 bzw. 29.

- 5 Die Erfindung ist auch nicht auf Klauenpolläufer 20 beschränkt, die freie Zwischenräume 56 aufweisen, sondern auch auf solche Ausführungen anwendbar, die mittels einem hier nicht dargestellten Klauenpolverschlusses gefüllt bzw. geschlossen sind.

5

## 10      Ansprüche

1. Klauenpolläufer für eine elektrische Maschine, insbesondere Drehstromgenerator, mit zwei Polrädern (26, 27), die von einem Plattenbereich (50) ausgehende, je eine Polwurzel (53) aufweisende Klauenpole (28 bzw. 29) tragen, wobei an einem Umfang des Klauenpolläufers (20) Klauenpole (28, 29) der Polräder (26, 27) abwechselnd und zwischen den Klauenpolen Zwischenräume (90) angeordnet sind, wobei ein Klauenpol (28, 29) eine nach radial außen gerichtete zylindermantelförmige Oberfläche (43) hat, durch die eine Drehachse (65) bestimmt ist, wobei sich eine Fase (68) einerseits in eine Umfangsrichtung und andererseits in eine Kantenrichtung eines Klauenpols (28 bzw. 29) erstreckt, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Fase (68) in Kantenrichtung einen Mittenabschnitt  $m$  hat, der eine die Polwurzel (53) und den frei kragenden Teil des Klauenpols (28 bzw. 29) abgrenzende Übergangsebene (59) schneidet, wobei der Mittenabschnitt  $m$  8/10 der in Kantenrichtung orientierten Länge der Fase (68) beträgt und dass der Klauenpol (28, 29) eine in Umfangsrichtung orientierte Breite  $B_K$  aufweist und eine halbe Breite  $B_K$  auf der zylindrischen Oberfläche (43) in einer zur Drehachse (65) senkrechten Ebene des Klauenpols (28, 29) einen Punkt (P) definiert, wobei in diesen Punkt (P) eine Tangente (T) einbeschreibbar ist und in der zur Drehachse (65) senkrechten Ebene zwischen der Tangente (T) und der Fase (68) ein Neigungswinkel  $\alpha$  eingeschlossen ist, der eine Größe zwischen  $15^\circ$  und  $25^\circ$  hat.
2. Klauenpolläufer nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Mittenabschnitt  $m$  1/3 der Länge (l) der Fase (68) beträgt.

30

3. Klauenpolläufer nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Fase (68) in Kantenrichtung eine Mitte (M) hat, die nahe der Übergangsebene (59) von der Polwurzel (53) zum freikragenden Teil des Klauenpols (28 bzw. 29) liegt.
- 5 4. Klauenpolläufer nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die Fase (68) in Drehachsenrichtung (65) bis zu 5 mm auf dem freikragenden Teil des Klauenpol (28 bzw. 29) erstreckt.
- 10 5. Klauenpolläufer nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die Fase (68) in Drehachsenrichtung (65) bis zu 2 mm auf dem freikragenden Klauenpol (28 bzw. 29) erstreckt.
- 15 6. Klauenpolläufer nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Fase (68) eine Breite ( $b_F$ ) zwischen 4 mm und 6 mm hat.
7. Klauenpolläufer nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Fase (68) eine Länge (l) zwischen 4 mm und 6 mm hat.
- 20 8. Klauenpolläufer nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Fase (68) eine Ebene ist, die parallel zur Drehachsenrichtung (65) oder parallel zur Kantenrichtung (73) orientiert ist.
- 25 9. Klauenpolläufer nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen der Fase (68) und der zylindermantelförmigen Oberfläche (43) ein stufenförmiger Übergang (80) ist.
10. Klauenpolläufer nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Fase (68) spanlos angeformt, insbesondere angeschmiedet ist.

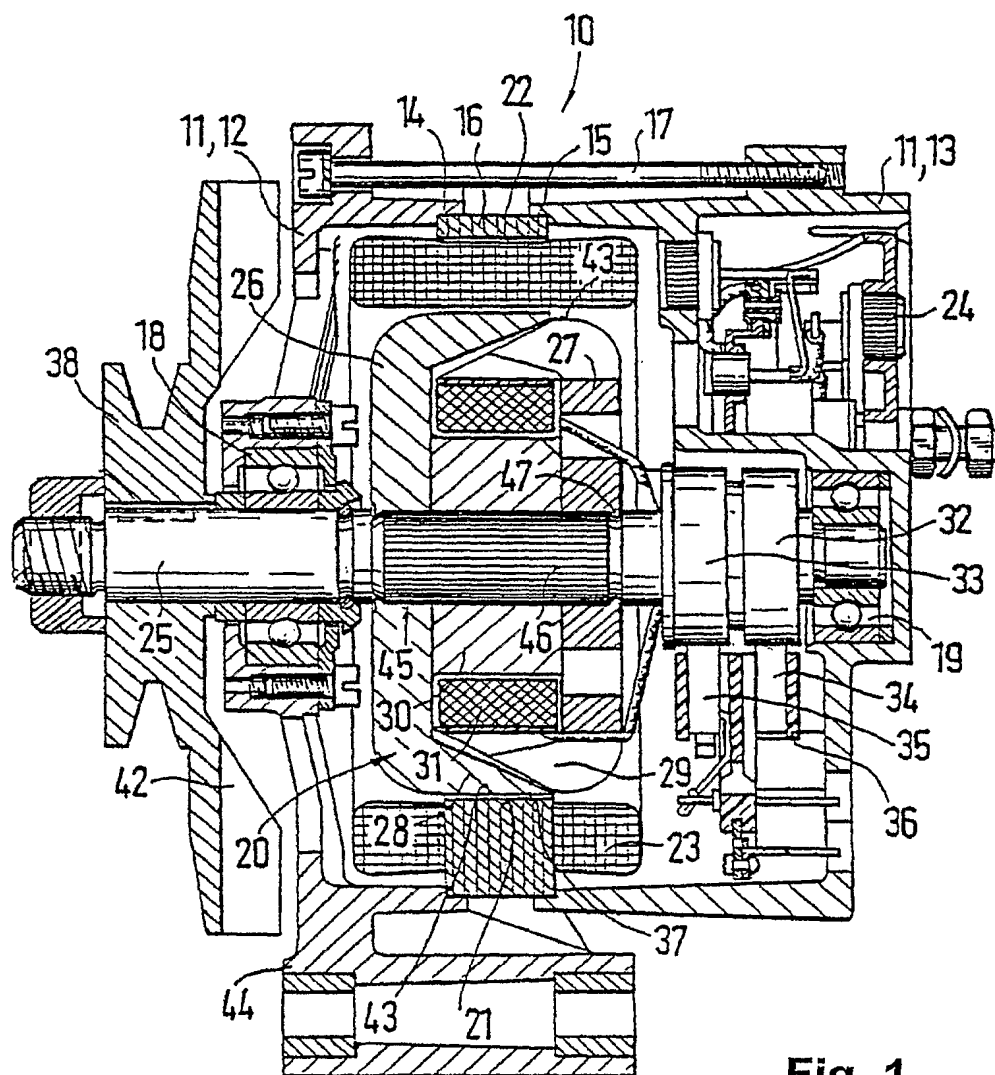
11. Drehstromgenerator, insbesondere für Kraftfahrzeuge, mit einem ringzylindrischen Ständereisen (86) und mit einem Klauenpolläufer (20) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Fasen (68) derart unter das Ständereisen (86) ragen, dass ein Teil der Fasen (68) außerhalb des Ständereisens (86) verbleiben.

12. Drehstromgenerator nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Fasen (68) mindestens 1 mm unter das Ständereisen (86) ragen.

13. Drehstromgenerator nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Drehstromgenerator eine bestimmte Drehrichtung (D) hat, in der der Klauenpolläufer (20) zur Stromerzeugung gedreht wird, wobei ein jeder Klauenpol (28, 29) eine Kante (73) hat, die in Drehrichtung orientiert ist und eine Kante (70) hat, die gegen die Drehrichtung orientiert ist und die Fase (68) auf der Seite des Klauenpols (28, 29) angeordnet ist, die die in die Drehrichtung (D) orientierte Kante (73) trägt.



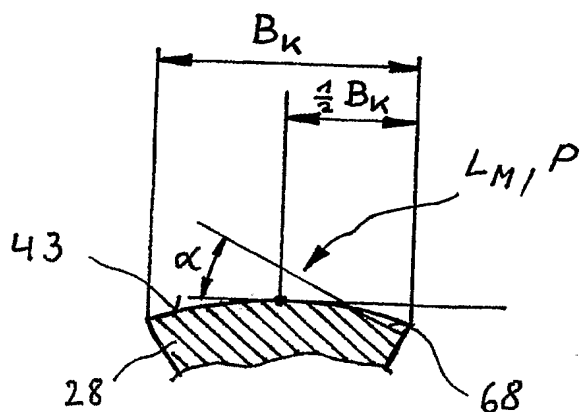
1/3



**Fig. 1**

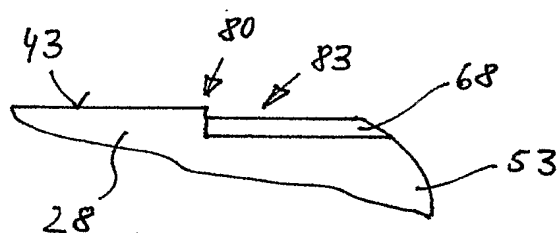
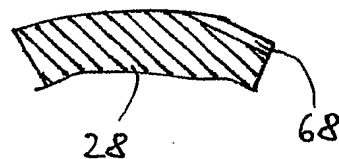


3/3

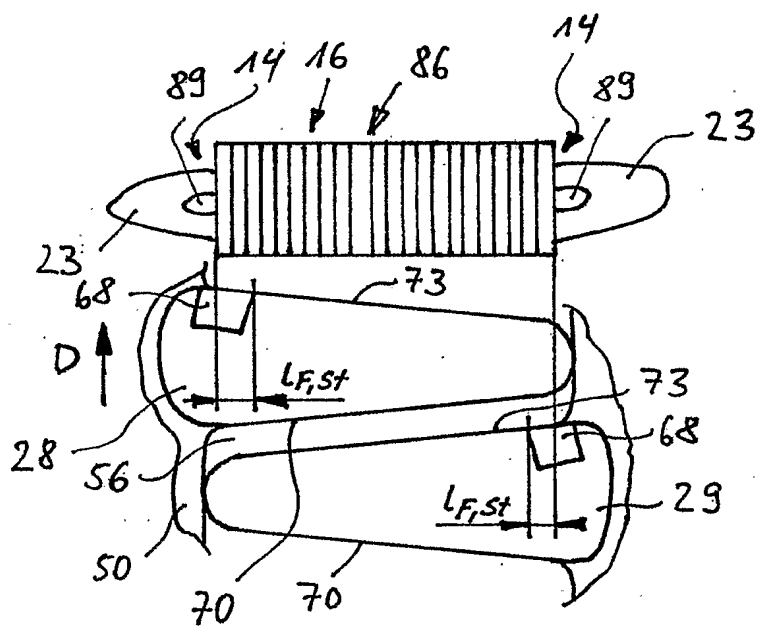


**Fig. 5**

**Fig. 6**



**Fig. 7**



**Fig. 8**

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2004/053731

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 H02K1/24

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 H02K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 015, no. 470 (E-1139), 28 November 1991 (1991-11-28) -& JP 03 203537 A (MITSUBA ELECTRIC MFG CO LTD), 5 September 1991 (1991-09-05) abstract	1-13
X	JP 51 087705 A (HITACHI LTD) 31 July 1976 (1976-07-31) figures 1-3	1-13
X	EP 1 331 717 A (MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI KAISHA) 30 July 2003 (2003-07-30) figures 5-7	1-13
X	EP 1 179 879 A (MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI KAISHA) 13 February 2002 (2002-02-13) figures 1-3	1-13

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents:

\*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

\*E\* earlier document but published on or after the international filing date

\*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

\*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

\*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

9 May 2005

Date of mailing of the international search report

19/05/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Roy, C

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/053731

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 03203537	A	05-09-1991	JP 1919878 C JP 6048897 B	07-04-1995 22-06-1994
JP 51087705	A	31-07-1976	NONE	
EP 1331717	A	30-07-2003	JP 2003219617 A CN 1434554 A EP 1331717 A2 US 2003137213 A1	31-07-2003 06-08-2003 30-07-2003 24-07-2003
EP 1179879	A	13-02-2002	JP 2002058220 A EP 1179879 A2 US 2002021052 A1	22-02-2002 13-02-2002 21-02-2002

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2004/053731

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 H02K1/24

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 H02K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 015, Nr. 470 (E-1139), 28. November 1991 (1991-11-28) -& JP 03 203537 A (MITSUBA ELECTRIC MFG CO LTD), 5. September 1991 (1991-09-05) Zusammenfassung	1-13
X	JP 51 087705 A (HITACHI LTD) 31. Juli 1976 (1976-07-31) Abbildungen 1-3	1-13
X	EP 1 331 717 A (MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI KAISHA) 30. Juli 2003 (2003-07-30) Abbildungen 5-7	1-13
X	EP 1 179 879 A (MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI KAISHA) 13. Februar 2002 (2002-02-13) Abbildungen 1-3	1-13

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*G\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

9. Mai 2005

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

19/05/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Roy, C

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/053731

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
JP 03203537	A	05-09-1991	JP	1919878 C	07-04-1995
			JP	6048897 B	22-06-1994
<hr/>					
JP 51087705	A	31-07-1976	KEINE		
<hr/>					
EP 1331717	A	30-07-2003	JP	2003219617 A	31-07-2003
			CN	1434554 A	06-08-2003
			EP	1331717 A2	30-07-2003
			US	2003137213 A1	24-07-2003
<hr/>					
EP 1179879	A	13-02-2002	JP	2002058220 A	22-02-2002
			EP	1179879 A2	13-02-2002
			US	2002021052 A1	21-02-2002
<hr/>					